

Tolstenkov O.O, Terenina N., Gustafsson M., Serbina E., Kreshchenko N., Maklakova L., Jashina A., 2008. Serotonergic and FMRFergic elements in the nervous system of cercaria from different taxonomic group. Preliminary study // Acta Biologica Hungarica. 59 (Suppl.). P.221–225.

Sebelova S., Stewart M., Mousley A., Fried B., Marks N.J., Halton D.W., 2004. The musculature and associated innervation of adult and intramolluscan stages of *Echinostoma caproni* (Trematoda) visualized by confocal microscopy // Parasitol. Res. V.93. P.196–206.

Steward M.T., Marks N.J., Halton D.W. 2003. Neuroactive substances and associated major muscle systems in *Bucephalloides gracilescens* (Trematoda: Digenea) metacercaria and adult // Parasitology Research, 413–424.

Wahlberg M.H. 1998. The distribution of F-actin during the development of *Diphyllbothrium dendriticum* (Cestoda) // Cell and Tissue Research. V. 291. P.561–570.

NEUROMUSCULAR SYSTEM OF *GYMNOPHALLUS DELICIOSUS* (TREMATODA, GYMNOPHALLIDAE)

N.B. Terenina¹, O.S. Osipova¹, V.V. Kuklin², M.M. Kuklina², O.O. Tolstenkov¹
e-mail: otolo@mail.ru

Using an immunocytochemical method with confocal scanning laser microscopy, whole-mount preparations of trematode, *Gymnophallus deliciosus* (Gymnophallidae), was studied for serotonin (5-HT) and neuropeptide (FMRFamide) immunoreactivities. 5-HT and FMRFamide–immunoreactive nerve cells and fibers occurred in the central and peripheral nervous system of all investigated trematodes. The 5-HT and FMRFamide staining has been detected in nerve fibres close to all types of musculature implicating 5-HT and FMRFamide in neuronal control of the muscle of body wall, reproductive and attachment organs.

ЗООПЛАНКТОН ГУБЫ ЛАХТА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

М.В. Тимакова

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия
e-mail: merytim1@rambler.ru

Изменение озерных экосистем под влиянием антропогенных факторов в последнее время превратились в глобальную проблему. Это угрожает не только увеличением дефицита пресной воды на Земном Шаре, но и нарушением функционирования озерных систем. В настоящее время антропогенному воздействию подвержено 90% всех озер мира. Эти же проблемы характерны и для озер Республики Карелия, где более половины водоемов (54,6%) имеют неудовлетворительное качество вод по санитарно-химическим показателям (Филатов, 1999).

Онежское озеро – уникальный во многих отношениях водоем. Являясь одним из крупнейших в Европе, оно до сих пор сохранило олиготрофный характер вод. Продолжающийся сброс в озеро промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых стоков нарушает естественный баланс элементов и ведет к эвтрофированию. Происходящие изменения требуют организации контроля за состоянием водной среды и населяющих ее гидробионтов, что, в свою очередь, приводит к необходимости определения естественных фоновых характеристик биоты и ее динамики.

Несмотря на многолетние исследования, функционирование экосистемы Онежского озера изучено недостаточно полно. Определенную сложность в описании живых систем представляет их постоянная динамика: суточная, сезонная, межгодовая и вековая. Для того, чтобы можно было дать достоверную оценку состояния исследуемой экосистемы, необходимо разобраться в природе ее изменчивости и степени ее проявления. Кроме того, нельзя забывать об активной динамике вод озера, которая также вносит свой вклад и во временную, и в пространственную неоднородность биоты и окружающей ее среды. Жизнедеятельность сообществ в озерах в значительной мере зависит от динамического и термического режимов, определяющую сезонную цикличность и межгодовую изменчивость. Климатические факторы, в свою очередь, имеют естественные долгопериодные и короткопериодные колебания, на фоне которых выявление влияния человека на природу затруднено в связи с недостатком сопоставимых многолетних данных.

Сообщество зоопланктона является частью большой сложной экосистемы озера. В пелагиали глубоких озер роль животных-планктеров в метаболизме экосистемы и трансформации вещества весьма значительна. Помимо чисто «вещественного и энергетического» участия в функционировании биоты зоопланктон обеспечивает множество регуляторных связей, без которых была бы невозможна самоорганизация и регуляция экосистемы. Зоопланктон тесно связан со всеми остальными звеньями биоты: фито – и бактериопланктоном, бентосом и ихтиофауной. Все изменения в биоте тут же отражаются на параметрах сообществ зоопланктона, которые могут служить показателями состояния всей системы в целом (Куликова, Кустовлянкина, Сярки, 1997)

Данная работа посвящена изучению сообщества ракообразных и коловраток губы Лахта Онежского озера с 2004 по 2008 годы. Целью является исследование его количественных характеристик, структуры и функционирования, сезонной и межгодовой динамики в естественных условиях. Широкая полукруглая губа Лахта расположена на юго-западе Онежского озера. Губа характеризуется крутизной подводного склона, быстрым нарастанием глубин и наличием отдельных глубоких впадин. В гидрохимическом отношении воды губы Лахта относятся к гидрокарбонатно-кальциевому классу, имеют низкую минерализацию (20–70 мг/л), высокую цветность и окисляемость воды (Сабылина, 1999). Материалом для настоящей работы послужили сборы метазойного планктона в период комплексных съемок лаборатории Экологических проблем севера ПетрГУ раз в сезон (зима, весна, лето, осень) на стандартных станциях. 1, 2, 3. Станция 1-литораль (глубина 2 м.), расположена в кутовой части губы Станции 2 и 3 – пелагиаль с глубиной 5 м, расположены соответственно, в центре и на выходе из губы. Зоопланктон собирали малой сетью Джеди (сито № 49) в пелагиали – фракционно по стандартным горизонтам, а на мелководье тотально. Дальнейшая камеральная и числовая обработка выполнялась по общепринятой методике (Киселев, 1969; Лаврентьева, Винберг, 1984). Сапробность вод рассчитывалась по методу Пантле и Букка с использованием рекомендаций А.В.Макушина и Т.П.Куликовой (1974, 1983).

За период исследования в составе зоопланктона губы Лахта Онежского озера был обнаружен 81 вид коловраток и ракообразных, в том числе коловраток – 31, ракообразных – 50 (Cladocera – 37, Calanoida – 4, Cyclopoida – 9). Из коловраток в состав руководящих *Conochilus unicornis*, *Gastropus stylifer*, *Ascomorpha ecaudis*, *Polyarthra dolichoptera*. Среди ракообразных, наряду с круглогодичными эвритермными видами – *Eudiaptomus gracilis*, *Thermocyclops oithonoides*, *Limnocalanus macrurus*, *Daphnia cristata*, *Bosmina coregoni obtusirostris*, большой численности достигают многие сезонные умеренно-тепловодные виды – *Heterocope appendiculata*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops fimbriatus*, *Daphnia longiremis*, *Leptodora kindtii* и др.

Цикличность биологических процессов в водоеме зависит от ритмичной смены климатических сезонов и может быть объяснена целым комплексом лимнологических факторов среды – абиотическими и биотическими. Последовательность появления или исчезновения форм планктона, сроки размножения, изменения видового и возрастного состава, численности, биомассы, вертикального и горизонтального распределения организмов прямо или косвенно связаны с термическим режимом, трофическими условиями в водоеме и прессом хищников (Андроникова, 1996).

В зимний период, при температуре воды 0,6–1°C, видовой состав зоопланктонного сообщества сильно обеднен и представлен немногими холодноводными и эвритермными видами: *L. macrurus*, *E. gracilis*, *A. priodonta*, *K. longispina*, *A. ecaudis*, *G. stylifer*, *B. coregoni obtusirostris lacustris*. По численности (43–78%) доминировали коловратки, основу биомассы в 2007г создавали веслоногие ракообразные – 40–87%. Наименьшие показатели численности отмечены на ст.1 (7,0 тыс. экз./м³) и на ст. 2. (15,0 тыс. экз./м³). На ст. 3, которая ближе всех находится к Центральному Онегу, доля *Calanoida* в создании общей численности и биомассы зоопланктона возрастает соответственно до 14 и 50% (рис.1,2).

Обычно весеннее развитие планктона начинается в прибрежной зоне с момента формирования фронта термобара и продвигается вслед за последним к центру водоема с запаздыванием примерно на месяц. В это время метазойный планктон немногочислен и представлен науплиями и младшими возрастными стадиями копепод, которые составили более половины (44–79%) общей численности ракообразных. Весной возрастает видовое разнообразие, появляются весенние и летние виды коловраток и ракообразных: *P. fimbriatus*, *D. brachyurum*, *D. longiremis*, *A. affinis*, *Ch. sphaericus*, *S. oblonga*, *K. cochlearis*, *B. longirostris*, *B. obtusirostris*. Во всех биотопах губы Лахта по численности (20–72%) и биомассе (84–96%) доминировали копеподы. Общая численность зоо-

планктеров в зарослевой литорали (ст. 1), при прогреве воды до 7,3°C, увеличивается до 77,0 тыс. экз. / м³ при биомассе 1,010 г/м³. Во всех районах губы Лахта наблюдалось увеличение доли кладоцера в создании общей численности и биомассы. Биомасса создавалась ракообразными (80–95%) при равных соотношениях кладоцер и копепод. Основная масса организмов концентрировалась в поверхностном двух метровом слое, где наиболее благоприятны не только температурные но и трофические условия для их обитания, что обеспечивает быстрый рост и созревание планктеров.

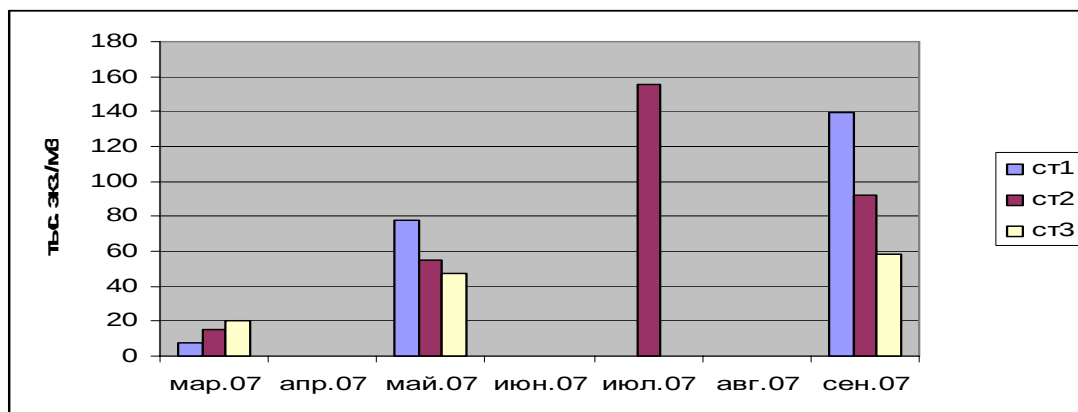


Рис. 1. Сезонная динамика численности зоопланктона губы Лахта Онежского озера в 2007 году

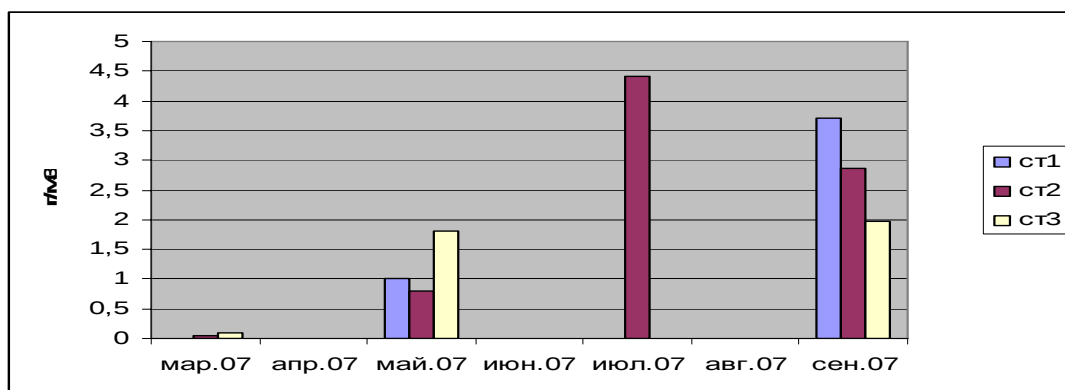


Рис. 2. Сезонная динамика биомассы зоопланктона губы Лахта Онежского озера в 2007 году

В летний период, при прогреве воды до 14,6°C, наблюдалось наибольшее видовое разнообразие и самые высокие показатели обилия зоопланктонного сообщества (рис.1,2). На ст. 2, в создании общей численности и биомассы все группы имели равное значение. Подавляющая масса планктеров равномерно распределялась по всей толще воды, т. к. воды губы прогрелись до дна. Наибольший вклад в создание общей биомассы приходился на *H. appendiculata* (10 %) и *A. herriki* (10,5 %), *B. c. o. obtusirostris* (9,4%), *E. gracilis* (6,1), а так же представителей семейства хидорид.

Осенью, при понижении температуры воды до 12°C и с наступлением гомотермии происходит обеднение зоопланктона. Понижается видовое разнообразие. Сократились количественные показатели обилия (рис. 4–5). На ст. 2 и 3 по численности и биомассе доминировали копеподы: *H. appendiculata*, *E. gracilis*, *M. oithonoides* (26–55%), на ст.1-ветвистоусые рачки (78 %). Доля ветвистоусых рачков, представленных эфипиальными самками и самцами босмин и дафний, колебалась от 12 до 17% всего зоопланктона.

В ходе сезонного развития сообщества в целом наблюдался один пик (июль), как в 2007, так и в 2008 году. Характерно совпадение по времени пиков численности и биомассы. 2008 год по сравнению с 2007 характеризовался меньшими показателями численности и биомассы зоопланктона в весенний период, что связано с холодной затяжной весной 2008 года, отрицательно сказавшейся на развитии тепловодного комплекса.

Распределение зоопланктона в толще воды в течение года непостоянно и зависит от температурных и трофических условий в водоеме. В зимний период зоопланктон концентрируется в верхнем двух метровом слое (табл.1). В зарослевой литорвли по численности доминировали коловратки (76%), а биомасса создавалась *Bosmina longirostris* (13,4%), *Daphnia cristata* (64,5%) и *Cyclops strenuous* (28%). В пелагиали в создании биомассы большое значение принадлежало *Eudiaptomus gracilis* (49%) и *Limnocalanus macrurus* (23%). Весной в 2007 году основная масса организмов концентрировалась в поверхностном двух метровом слое, а в 2008 году численность планктеров по вертикали разнилась незначительно (табл. 1). Максимального развития в верхнем двух метровом слое, как и в нижележащем достигают коловратки и копеподы. Летом, в период выраженной температурной стратификации водных масс, подавляющая масса планктеров концентрировалась в верхней части эпилимниона, где их численность была в 2–3 раза выше, чем в нижележащем слое. Летом в верхнем двух метровом слое на долю ветвистоусых рачков приходится 24% общей численности и 21% биомассы сообщества.

Таблица 1

Вертикальное распределение зоопланктона в губе Лахта в 2007 году
(N-численность тыс. экз. / м³, B-биомасса г/м³)

Дата	0–2		2–5	
	N	B	N	B
25.03	12,0	0,122	16,6	0,023
14.05	106,0	1,148	56,4	0,867
17.07	211,1	6,910	184,5	7,902
18.09	109,0	3,217	78,3	1,924

Осенью основная масса планктеров концентрировалась в поверхностном двух метровом слое (до 50%)

Анализ, полученных нами данных, позволяет заключить, что планктонный комплекс сохранил свой видовой состав на протяжении всего периода исследования и не отличается от приводимого ранее Т.С. Смирновой.(1975) для литоральной зоны Онежского озера.

Общий характер сезонных изменений зоопланктона в губе Лахта сходен в различные годы. Средняя биомасса зоопланктона, вычисленная по трем станциям, изменялась аналогично во все годы исследований (рис.3). Максимальное развитие планктона наблюдалось во все годы летом, в июле и составляла в разные годы от 1,3 до 7,2 г/м³.

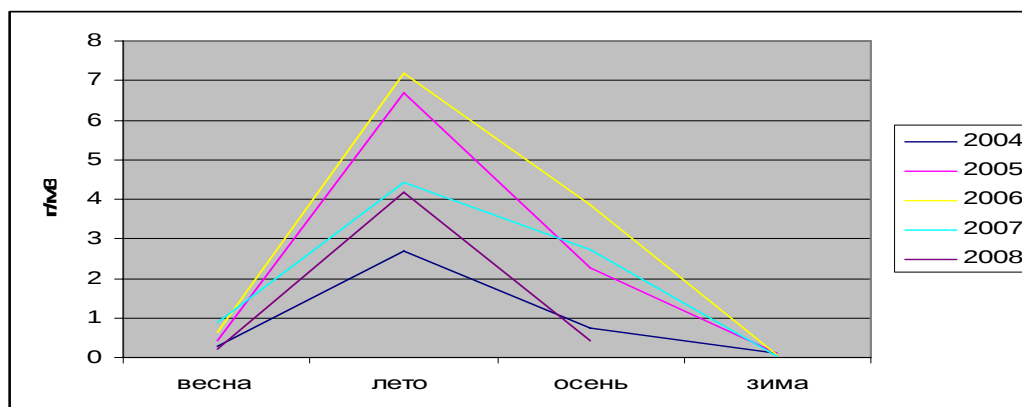


Рис. 3.Сезонные изменения биомассы зоопланктона губы Лахта Онежского озера
(среднее по станциям 1, 2, 3) в 2004–2008 гг.

В 2008 году по сравнению с 2007 наблюдались меньшие показатели обилия зоопланктона в весенний период, что связано с холодной затяжной весной 2008 года, отрицательно сказавшейся на развитии тепловодного комплекса (рис.3).

В 2006 году максимум численности и биомассы зоопланктона отмечался на всех станциях одновременно. Этот год был особенно богатым по уровню развития зоопланктона. Средняя биомасса

планктона в июле 2006 года равнялась 7,2 г/м³. Уровень развития зоопланктона в 2005 году был несколько ниже (6,7 г/м³). Значения биомасс в июле 2007 и 2008 гг. значительно уступали таковым в 2005–2006 гг. и составляли соответственно 4,4 и 4,2 г/м³. Самые низкие цифры биомасс отмечены в 2004 году (1,3 г/м³).

В осенний период отличия между годами больше, чем летом, биомасса колебалась от 0,4 до 3,8 г/м³. Осеннего увеличения биомассы зоопланктона не наблюдалось.

Средние данные по трем станциям отражают различия в уровне развития зоопланктона губы Лахта Онежского озера. Распределение и уровень развития зоопланктона на отдельных станциях и в среднем летом 2005–2008 гг. также подтверждают бедность зоопланктона в 2004 г. и более высокие его показатели в 2005 г. и в особенности в 2006 г.

В определении уровня развития зоопланктона в разные годы большую роль играет температурный режим, влияющий на интенсивность гидробиологических процессов (Николаев, 1968). Отмечено для разных водоемов, что в годы с более теплыми весной и летом уровень развития зоопланктона выше.

Наши данные подтверждают это положение. Отличия биомассы планктона в 2004–2008 гг. соответствуют средним температурам в Лахтинской губе. Самые низкие температуры отмечались в 2004 г., этот же год был и более бедным по планктону.

Наиболее высоким теплозапасом из этих пяти лет отмечался 2006 г., он же был и самым богатым по уровню развития зоопланктона. 2007, 2008 гг., занимающие промежуточное положение между 2004 и 2006 гг. по теплозапасу, оказались средними и по биомассе зоопланктона. Однако повышение уровня развития зоопланктона наблюдается лишь при увеличении температуры в определенных пределах. При слишком высоких температурах, как это было в 2005 г., не наблюдалось самой высокой биомассы планктона.

В определении уровня развития планктона играет роль не только абсолютное значение теплозапаса. Очень важен также сезонный ход изменения температур воды, т.е. характер распределения тепла в течение вегетационного периода. Весна 2007 г. была очень ранняя и теплая, поэтому в июле этого года численность и биомасса зоопланктона в Лахтинской губе была больше, чем в другие годы. Различия эти видны при сравнении с 2008 г., отличавшимся поздним ледоставом и поздней весной. Раннее прогревание весной 2007 г. способствовало раннему развитию кладоцер и коловраток.

Таким образом, структура сообщества очень динамична, она изменяется в зависимости от термического и динамического режимов текущего и предыдущего годов, от складывающейся в водоеме трофической ситуации, но основные её особенности повторяются из года в год.

Фауна коловраток и ракообразных представлена эврибионтными видами имеющим широкое распространение в умеренной зоне Северного полушария (финоскандинавский) комплекс

Сезонные колебания численности и биомассы носят отчетливо выраженный характер и обусловлены, прежде всего, температурным режимом.

Основная масса зоопланктона образуется в поверхностном двухметровом слое за счет организмов эпи-металимнического комплекса.

Значительное развитие зоопланктона по времени занимает лишь треть годового цикла (июнь–сентябрь)

На уровень развития зоопланктона в межгодовом аспекте оказывают влияние термический и водный режимы

Максимальная численность (104,9 тыс. экз./м³) и биомасса (2,784 г/м³) отмечены в 2006 году, а минимальные величины (48,3 тыс. экз./м³ и 1,230 г/м³) в 2004 году.

Трофический статус вод губы Лахта Онежского озера по уровню развития зоопланктона по классификациям С.П.Китаева (1984,2007) и И.В. Андрониковой (1996) соответствует мезотрофным водоемам.

Воды губы по индексу сапробности ($S=1.7-1.9$) можно отнести к классу умеренно загрязненных

Литература

Андронинова И.Н., 1996. Структурно функциональная организация зоопланктона озерных экосистем.: С. – П.: «Наука», 189

Кауфман З.С., Пирожкова Г.П. 1989 Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения//Водные ресурсы..№4. с.144–150.

Киселев М.А., 1956, Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Т.14. : М-Л: изд-во АН СССР, с. 183–256.

Киселев И.А. 1980 Планктон морей и континентальных водоемов. Т.2, – Л.: Наука, 1980, – 440 с.

Китаев С.П., 1984, Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон., М.: Наука, 207 с

Китаев С.П., 2007 Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 394 с.

Смирнова Т.С 1975. Зоопланктон литоральной зоны Онежского озера//Литоральная зона Онежского озера. Л.: 'Наука' с. 145–159.

Куликова Т.П. 1983, Рекомендации по определению сапробности с учетом биологических особенностей планктонных организмов Карелии. Петрозаводск Карельский филиал АН СССР. 6с.:

Куликова Т.П., Кустовлянкина Н.Б., Сярки М.Т. 1997 Зоопланктон как компонент экосистемы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 111 с.

Николаев И.И. 1972 Исторические и экологические условия формирования зоопланктона Онежского озера // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, С. 32–39.

Макрушин А.В. 1974 Биологический анализ качества вод с использованием списка организмов индикаторов загрязнения. Л : ЗИН АН СССР, ВГБО., С.1–60. 1–53.

Сабылина А.В. 1999, Современный гидрохимический режим озера // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, С.58 – 108.

Смирнова Т.С 1975. Зоопланктон литоральной зоны Онежского озера//Литоральная зона Онежского озера. Л.: 'Наука' с. 145–159.

Филатов Н.Н. Изменчивость водного баланса и уровня //Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: 'Наука' Ленинградское отделение, 1990. С.29.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В ВОДОЕМАХ, ЗАГРЯЗНЯЕМЫХ ОТХОДАМИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Т.М. Тимакова

Учреждение Российской академии наук Институт водных проблем Севера
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия
e-mail: ttm49@mail.ru

Водные бактерии, обладая высокой регенеративной способностью, быстро реагируют на изменяющиеся условия среды. Они выполняют основную роль в самоочищении водоемов и являются чувствительными индикаторами при поступлении в них загрязнений. При антропогенном вмешательстве естественные бактериальные сообщества, адаптированные к присутствию в воде веществ природного происхождения, претерпевают изменения, которые зависят от природы поступающих загрязнений. Эти изменения в бактериоценозах проявляются, прежде всего, в качественной и количественной перестройке составляющих их видов и выражаются в ускоренном развитии групп бактерий, использующих загрязняющие вещества в качестве метаболического и конструктивного субстрата.

В регионе с развитым лесопромышленным комплексом основными потребителями и загрязнителями водоемов являются сточные воды целлюлозно – бумажных комбинатов (ЦБК). Они относятся к экологически опасным, характеризуются слабым эвтрофирующим эффектом, но, высоким содержанием серы и органических веществ, на минерализацию которых из воды расходуется большое количество кислорода. Поэтому, непреложным требованием для ЦБК является проведение мероприятий по их удалению из сточных вод с целью снижения негативного влияния на водоем.

Трансформация бактериоценозов в водоемах, принимающих сточные воды ЦБК в целом, имеет схожий характер. В данной работе прослежена основная направленность изменений природных бактериальных сообществ за 50-летний период под влиянием сточных вод ЦБК, расположенного на побережье Кондопожской губы Онежского озера.

За исследуемый период на комбинате неоднократно менялись объемы сбрасываемых сточных вод и производственные технологии, что приводило к изменению их состава, особенно содержания в них органического и биогенных веществ. Анализ количественных показателей бактериоценозов и развития наиболее показательных функциональных групп бактерий за последние 50 лет свидетельствует о последовательности их трансформации под влиянием сточных вод ЦБК. Можно выделить